

УДК 664.8.047.

СУШКА СЛАДКОГО БОЛГАРСКОГО ПЕРЦА В СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14948259>

Холиков А.А., Муслимов Б.Б., Хикматов Д.Н.

Бухарский инженерно - технологический институт, Бухара, Узбекистан

E-mail: alijonxoliqov755@gmail.com

Аннотация

В статье приведена сушка сладкого болгарского перца в сушильной установке с использованием тепловых труб, а также анализ влияния основных факторов на сушку таких как, температура, время сушки и толщина слоя сладкого болгарского перца. Определено изменение влажности продукта во время сушки и изучена скорость сушки сладкого болгарского перца. Определен оптимальный режим сушки сладкого болгарского перца в сушильной установке с использованием тепловых труб.

Ключевые слова

сушка, фактор, эксперимент, тепловые трубы, сладкий болгарский перец, толщина, температура, скорость, влажность.

1. Введение

В мире многие государства заняты выращиванием фруктов и овощей. В частности, этим широко заняты фермерские и единоличные хозяйства. В связи с этим, стоит задача переработки фруктов и овощей, то есть размещения на местах производства в сельском хозяйстве, мини заводов по переработке и сохранения фруктов и овощей способом консервирования, сушки, а так же их упаковки, в целях развития малого и среднего бизнеса. Для развития бизнеса нужно снизить стоимость продукта с учетом снижения потерь плодоовощей, снизить расходы энергии и расходов при транспортировке плодоовощей до крупных перерабатывающих заводов. Учитывая, выше сказанное - приводит к снижению общих реализационных расходов. Следовательно, изучение инфраструктуры агробизнеса и её анализ, обеспечение продолжительности работы оборудования таких мини заводов стоят в ряде задач для достижения цели производства высококачественной, конкурентоспособной продукции на мировом рынке. [1; Ps.112., 3; с.43-50.,4; с. 116., 7; с.248.,10; с.105-113.,16; с. 116-121., 20; с.243., 22; 88-91b.,24; 201-202 b.]

В массообменном процессе сушка плодоовощей в пищевой промышленности считается одним из важнейших и сложных процессов. Сушеные фрукты и овощи из Средней Азии на мировом рынке пользуются большим и особым спросом по своим качественным свойствам – уровню сохранности витаминов, цвету, сроку хранения, насыщенности фруктозой и сахарозой, лечебными свойствами [5; Ps. 36-46.,8; 012170.,21; 107-111 b.].

2. Цель исследования.

Целью исследования является определение кинетики режима сушки фруктов и овощей в сушильной установке с использованием тепловых труб на примере сладкого болгарского перца и определение влияющих факторов таких, как толщина слоя продукта, температура воздуха, время сушки, скорость воздуха и влажность исследуемого объекта.

3. Методы и материалы

В агробизнесе на сегодняшний день в период выращивания плодоовощей, их хранения и переработки, доставки потребителю теряется порядка 20-30 % продукции, что значительно сказывается на общей величине дохода предпринимателей. В связи с этими проблемами нами проводились исследования по возможности продления длительности хранения плодоовощей более 1-2 лет и, наряду с этим, проводилось изучение по повышению качества, экологичности и обеспечению натуральных условий хранения сушеных плодов и овощей. [9; с.348-349., 19; с. 333-336.]

Технологический процесс сушки играет важную роль для продолжительного хранения плодов и овощей. Процесс сушки является одним из усовершенствованных процессов, который зависит от множества факторов. Например, уровень влажности продукта, габаритные размеры, наличие сухих веществ, температура, скорость воздуха и другие. Принимая это во внимание, нами разработана усовершенствованная лабораторная модель, энергосберегающего сушильного оборудования с применением тепловых труб, которое работает за счет солнечной энергии для сушки плодов и овощей. По процессу сушки плодов и овощей были проведены ряд научных работ, которые обоснованы в научной экспериментальной работе сушки сладкого болгарского перца. [2; Ps. 151-166., 6; Ps.63-67., 11; с.98-109., 12; с.138-141., 13; с.63-66., 14; с. 681-687., 15; с.461-467., 17; 452-467., 18; с. 80-83., 23; с. 80-84.]

4. Результаты и обсуждение

Результаты научного исследования показали, что при сушке сладкого болгарского перца большую роль играет их первоначальная влажность, толщина слоя, температура и биологическая решетка.

При сушке сладкого болгарского перца получены результаты в сушильной установке с применением тепловых труб, которые показаны на рисунке 1 и на рисунке 2.

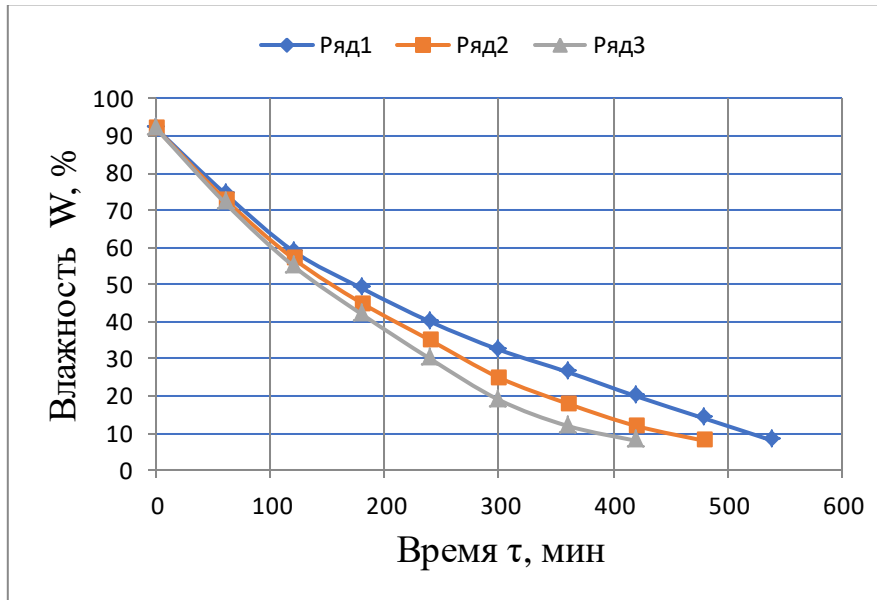


Рисунок.1. Кривые изменения влажности нарезанного сладкого болгарского перца. При температуре 55-65 °С, толщина слоя 3-5мм. (1- скорости воздуха $v=2\text{м/с}$, 2- скорости воздуха $v=2,5\text{м/с}$, 3- скорости воздуха $v=3\text{м/с}$.)

По лабораторным экспериментам получены кривые, которые показаны на рисунке 1, проведенных при процессе сушки сладкого болгарского перца в сушильной установке с применением тепловых труб конвективным способом. При влажности 92%, температуре в сушильной камере 55-60 °С, толщине слоя 3-5 мм и скорости воздуха 2м/с сушка длилась 8 часов. Конечная влажность достигла 12%. При скорости воздуха 2,5 м/с процесс сушки длился 6,8 часов и конечная влажность продукта достигла 12%, а при скорости воздуха 3 м/с процесс сушки длился 6 часов и конечная влажность сушеного сладкого болгарского перца достигла 12%.

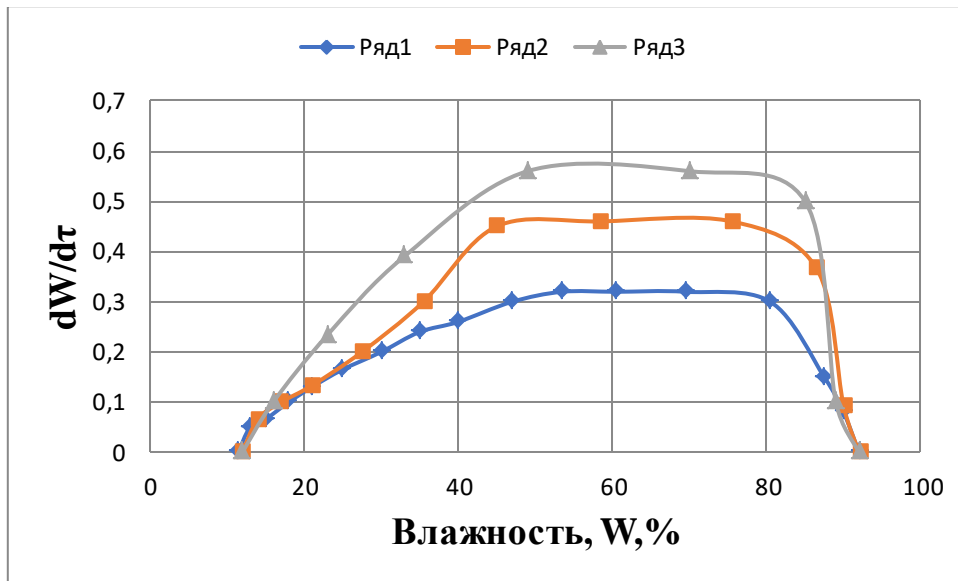


Рисунок.2. Кривые скорости сушки нарезанного сладкого болгарского перца.

На рисунке 2 показана скорость сушки сладкого болгарского перца при температуре 55-65 °С, толщина слоя 3-5мм, где, 1- скорость воздуха при $v=2\text{м/с}$, 2- скорость воздуха при $v=2,5\text{м/с}$, 3- скорость воздуха при $v=3\text{м/с}$. Из этого видно, что скорость сушки сладкого болгарского перца соответствует законам кинетики сушки.

5. Выводы.

На основе теоретических и экспериментальных научных исследований, определен оптимальный режим сушки, температура в сушильной камере для сладкого болгарского перца составляет 55-65°С, толщина слоя продукта 3-5 мм, скорость воздуха 3м/с, длительность всего процесса сушки составила 6 часов, равновесная влажность сладкого болгарского перца составляет 12%.

При сушке сладкого болгарского перца, высушенный продукт выдерживается 0,5 часа в условиях комнатной температуры. Затем измеряется влажность продукта, которая должна составить 10-15%. Если эти показатели достигнуты цели, то высушенный продукт может быть упакован и реализован. Для интенсификации процесса сушки плодов и овощей перед сушкой рекомендуется предварительно обработать инфракрасными лучами, сверхвысокочастотными токами, ультразвуком и электромагнитными импульсами, тогда может быть сокращено время сушки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gafurov K., Hikmatov D.,Kholiqov A.A.,Safarov O. [Application of heat pumps and heat pipes in the food industry](#)// Monograph. Publishing house "Durdona" Bukhara. Protocol 3. Ps.112.
2. A.A. Kholikov, F.S. Quldosheva. Testing And Determining The Temperature Characteristics Of Heat Pipes (HP)// The American Journal of Applied Sciences, 2020. 2 (11), Ps.151-166.
3. Р.Р.Ибрагимов, А.А. Холиков, О.Р. Абдурахмонов, Х.Х. Кобилов. Пути решения энергетических затрат технологических процессов.// Вестник развития науки и образования. Москва: №3 2003, с.43-50.
4. K.Kh. Gafurov, D.N. Hikmatov, A.A. Kholiqov, O.F. Safarov. Energy resource-saving technologies in processing of fruits and vegetables// Monograph. Publishing house "Durdona" Bukhara. Protocol №3 dated 29.11.2019. "Шарк - Бухоро" МЧЖ босмахоноаси 2019й. Ps.116.
5. A.A. Kholikov, J. Jumaev. Planning and conducting experiments of the drying process using heat pipes.// European Scholar Journal (ESJ), Vol.2 №3, March 2021. Ps.36-46.
6. A.A Kholikov, Hamrokul Kuvandikovich Sayidov, Murodjon Hamidjonovich Beshimov. Analysis of Mathematical Models and Influence of Constructions of High Efficient Heat Transfer Devices. // Mathematical Modelling and Applications.Science Publishing Group Ps. 63-67. Published Online: Dec. 13, 2017.
7. А.Ф. Сафаров, К.Х. Гафуров, Д.Н. Хикматов А.А. Холиков. Энергосберегающие технологии при переработке плодов и овощей// Монография. Издательство: Дурдона, Бухара. 201, с. 248.
8. A. Kholikov, D. Khikmatov. [The use of heat pipes in drying plants in the processing of fruits and vegetables](#)//Journal of Physics: Conference Series 2388 (1), 012170
9. А.А. Холиков, Ш.У. Мирзаева, Ш. Фатуллаев. Подсистемы аккумулирования тепла// Новые решения в области упрочняющих технологий: взгляд молодых специалистов сборник научных статей международной научно- практической конференции 22 - 23 декабря, 2016 год. Том 2. Курск: 2016. с. 348-349.
10. А.А. Холиков. Использование тепловых труб в массообменных установках при переработке плодов и овощей// European Journal of Interdisciplinary Research and Development 3, 2022. с.105-113.

11. Холиков А.А., Кулдошева Ф.С. Определения и испытания температурных характеристик высокоэффективной теплопередающих устройств(тепловых труб)// Eurasian journal of academic research, 2021.Volume 1.May. с.98-109.
12. А.А. Холиков. Исследование теплопроводности тепловых труб// Повышение качества и безопасности пищевых продуктов, с.138-141.
13. Холиков А.А., Мирзаева Ш.У., Рахматов У.Р. Расчет конвективной сушильной установки с применением тепловых труб// "UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ" Электронный научный журнал. №10 (67), Москва: 2019. с. 63-66.
14. А.А. Холиков Кинетика сушки репчатого лука в сушильной установке с применением тепловых труб// International Journal of Education, Social Science & Humanities. Finland Academic Research Science Publishers. Volume-11, 2023 с. 681-687.
15. Холиков А.А. Исследование влияющих факторов на работоспособности тепловых труб для тепло и массообменных установках// Журнал. Finland International Scientific Journal of Education, Social Science & Humanities. 2023. Том 11, № 3, с.461-467.
16. Холиков А.А., Комилов С. Решения энергетических затрат тепломассообменных установок. FRANCE international scientific-online conference: SCIENTIFIC APPROACH TO THE MODERN EDUCATION SYSTEM. PARIS 2023.Том 2, №14, с.116-121
17. Холиков А.А.,Хикматов Д.Н., Кулашова Ф.С. Применение метода полного факторного эксперимента для оптимизация параметров процесса сушки лука с использованием тепловых труб// Academic research in educational sciences 3 (3), 2022. с. 452-467. DOI: 10.24412/2181-1385-2022-3-452-467
18. Холиков А.А., Мирзаева Ш.У. Расчет конденсирующей части высокоэффективного теплопередающего устройства// Международная научно- практическая конференция. Интеграция современных научных исследований в развитие общества. 28-29 декабря 2016год. Том1. Россия, Кемерово: 2016. с.80-83.
19. Холиков А.А. Джураев Х.Ф.,Бешимов М.Х.Расчет продолжительности сушки при нестационарном режиме// Новые решения в области упрочняющих технологий: взгляд молодых специалистов сборник научных статей международной научно- практической конференции 22 - 23 декабря2016 год. Том 2. Курск: 2016. С.333-336.
20. Холиков А.А., Шарипов Н.З. Анализ сушки плодоовощей// Современные материалы, техника и технология Мате-риалы 3-й

Международной научно-практической конференции 27 декабря 2013 года. Том 3. Курск: 2013. с.243.

21. Xoliqov A.A., Muslimov B.B. Issiqlikni akuumlyasiya qiluvchi tizimlar taxlili// JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH. VOLUME-7 ISSUE-2 (29- February)2024. 107-111 b.

22. Xoliqov A.A. Meva va sabzavot maxsulotlarni quritish jarayonining tahlili// SCIENTIFIC ASPECTS AND TRENDS IN THE FIELD OF SCIENTIFIC RESEARCH ". International scientific-online conference. Part 14 October 30, Warsaw- 2023. 88-91 b.

23. Холиков А.А., Жумаев Ж. Математическое моделирование сушки лука с использованием метода полного факторного эксперимента// O'zbekiston agrar fani xabarnomasi. Ilmiy-amaliy jurnal №2 (8/2) 2023 с.80-84.

24. Холиков А.А., Жабборов Р., Астанов Д. Мева ва сабзавотларни қуритиш жараёнининг тахлили// Саноат инжинирингида инновацион ечимлар мавзусида халқаро илмий -амалий анжумани материаллари 24-25 ноябрь 2023 йил. Бухоро: 2023. 201-202 б.

DRYING SWEET BELL PEPPERS IN A DRYING UNIT USING HEAT PIPES

Kholikov A.A., Muslimov B.B., Hikmatov D.N.

Bukhara Engineering Technological Institute, Bukhara, Uzbekistan

E-mail: alijonxoliqov755@gmail.com

Annotation

The article presents the drying of sweet bell peppers in a drying unit using heat pipes, as well as an analysis of the influence of the main factors on drying such as temperature, drying time and thickness of the layer of sweet bell peppers. The change in product moisture during drying was determined and the drying speed of sweet bell peppers was studied. The optimal drying mode for sweet bell peppers in a drying unit using heat pipes was determined.

Key words

drying, factor, experiment, heat pipes, sweet bell peppers, thickness, temperature, speed, humidity.